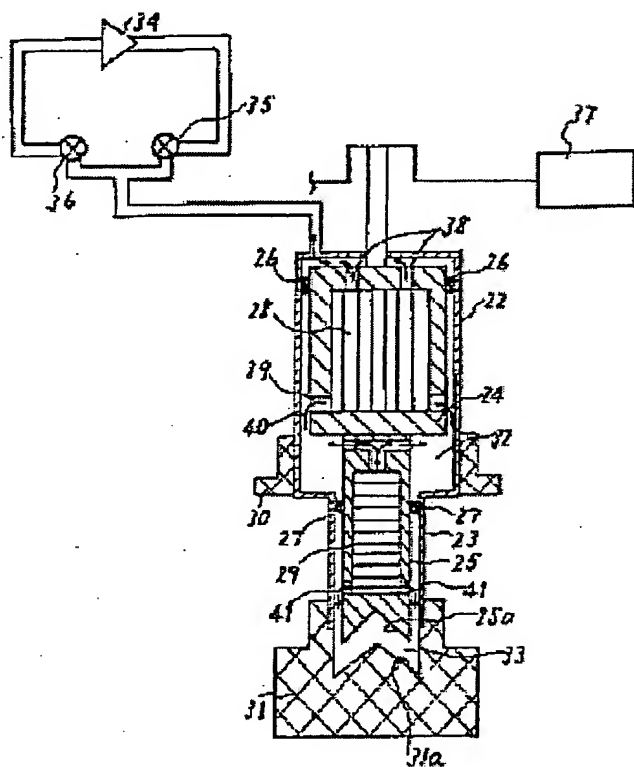


COLD STORAGE TYPE REFRIGERATOR

Patent number: JP10122683
Publication date: 1998-05-15
Inventor: NAGAO MASASHI; NAKA KOKI; KODERA ITSUO;
INAGUCHI TAKASHI
Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Classification:
- international: F25B9/14; F25B9/00
- european:
Application number: JP19960272205 19961015
Priority number(s): JP19960272205 19961015

Abstract not available for JP10122683



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-122683

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

51)Int.Cl.

F25B 9/14
F25B 9/00

21)Application number : 08-272205

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

22)Date of filing : 15.10.1996

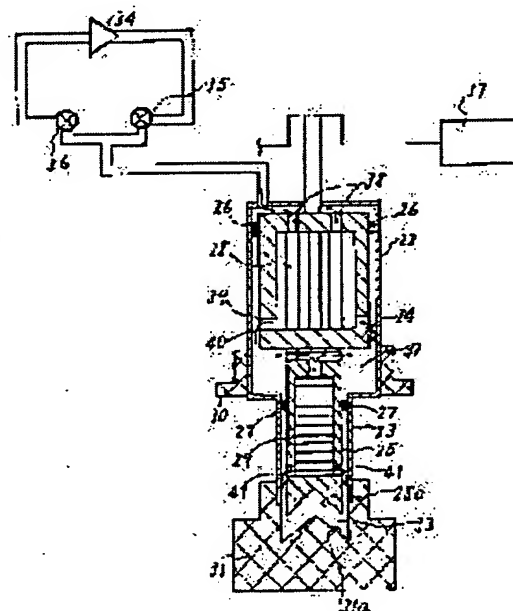
(72)Inventor : INAGUCHI TAKASHI
KODERA ITSUO
NAKA KOKI
NAGAO MASASHI

54) COLD STORAGE TYPE REFRIGERATOR

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase the efficiency of a heat-exchange, and improve the refrigerating capacity by a method wherein distances for the locations in the axial direction, of a first surface which comes into contact with an expansion space of a refrigerating stage, and a second surface which comes into contact with an expansion space of a reciprocating member, are equal to each other in a fixed range, and the first and the second surfaces have a tilt in the orthogonal direction to the reciprocating movement direction.

SOLUTION: A second surface 25a which comes into contact with a second stage expansion space 33 of a second stage displacer 25, is formed into a mounting-form conical shape. Also, a first surface 31a which comes into contact with the second expansion space 33 of a second stage refrigerating stage 31, is formed into a mountain-form conical shape. The locations of the second surface 25a and the first surface 31a, which are confronted in the axial direction, are equal to each other, and the second surface 25a and the first surface 31a have a tilt in the orthogonal direction to the reciprocating movement direction. As a result, the heat transfer area between the cooling stage and a working gas can be expanded, and the refrigerating capability can be improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3390612

[Date of registration] 17.01.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-122683

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.⁶

F 2 5 B 9/14
9/00

識別記号

5 3 0

F I

F 2 5 B 9/14
9/00

5 3 0 Z
H

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平8-272205

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 10月15日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 稲口 隆

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 小寺 滋男

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 仲 興起

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外 3 名)

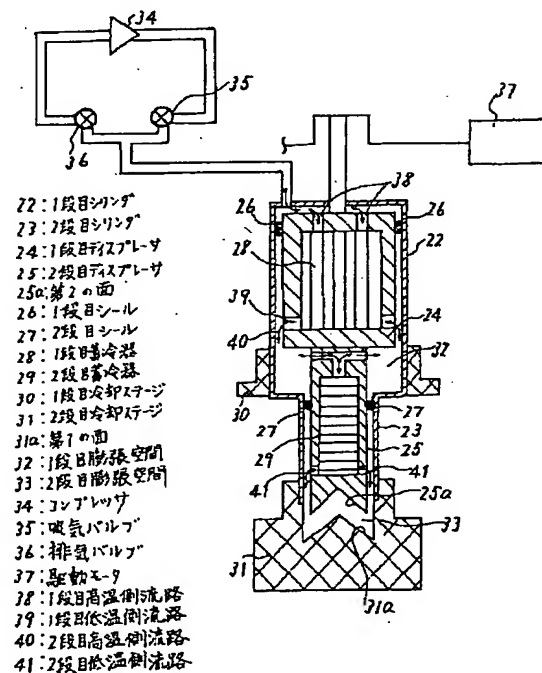
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄冷型冷凍機

(57) 【要約】

【課題】 冷却ステージの熱交換を高めることができず、冷凍能力が低下するという問題点があった。

【解決手段】 シリンダ 23 と、シリンダ 23 の一端を覆うように設けられた冷却ステージ 31 と、シリンダ 23 内にて往復運動可能に設けられたディスプレイサ 25 と、シリンダ 23 の冷却ステージ 31 にて覆われた側にディスプレイサ 25 の往復運動により容積が変化する膨張空間 33 とを備えて成り、膨張空間 33 に圧縮されたヘリウムガスが導入され、ヘリウムガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージ 31 の膨張空間 33 と接する第 1 の面 31 a とディスプレイサ 25 の膨張空間 33 と接する第 2 の面 25 a との軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第 1 の面 31 a および第 2 の面 25 a が往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 筒と、上記筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、上記筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、上記筒の上記冷却ステージにて覆われた側に上記往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、上記膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、上記作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、上記冷却ステージの上記膨張空間と接する第1の面と上記往復部材の上記膨張空間と接する第2の面との軸方向に対向する位置の距離が互いに一定の範囲内で等しいとともに、上記第1の面および上記第2の面が上記往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有していることを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項2】 第1の面の傾きを有する箇所が、階段形状にて形成されていることを特徴とする請求項1記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項3】 筒と、上記筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、上記筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、上記筒の上記冷却ステージにて覆われた側に上記往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、上記膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、上記作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、上記膨張空間内に伝熱面積拡大部材を備え、上記伝熱面積拡大部材が上記冷却ステージと上記膨張空間内の上記作動ガスとの接触面積を増大させたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項4】 請求項3記載の蓄冷型冷凍機の伝熱面積拡大部材は、冷却ステージの膨張空間と接する壁面に粒状の金属を配設して形成したことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項5】 請求項3記載の蓄冷型冷凍機の伝熱面積拡大部材は、網目状に形成され膨張空間の底面に載置されたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項6】 筒と、上記筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、上記筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、上記筒の上記冷却ステージにて覆われた側に上記往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、上記膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、上記作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、上記冷却ステージの外周面に複数の溝を備えたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項7】 筒と、上記筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、上記筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、上記筒の上記冷却ステージにて覆われた側に上記往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、上記膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、上記作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、上記冷却ステージの外

周面に配置された伝熱面積拡大部材を備えたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項8】 筒と、上記筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、上記筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、上記筒の上記冷却ステージにて覆われた側に上記往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、上記膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、上記作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、上記冷却ステージの内部に流路が形成され、上記流路の一端および他端が上記冷却ステージにて開口され、上記流路内に上記作動ガスが流出入することを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項9】 往復部材に、膨張空間に作動ガスを流出するガス流出入口を備え、上記往復部材が往復運動の上死点の位置に達した際に、冷却ステージの内部に形成された流路の一端と上記往復部材のガス流出入口とが対向する位置に形成されたことを特徴とする請求項8記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項10】 筒の内壁と往復部材の外壁との間をシール部材にてシールし、上記往復部材が往復運動の上死点の位置に達した際に、作動ガスが、冷却ステージの内部に形成された流路を通らずに膨張空間に達するのを阻止することを特徴とする請求項9記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項11】 往復部材の底面が凸状に、冷却ステージの上記往復部材と接する底面が上記往復部材の凸状に嵌合する凹状にそれぞれ形成され、上記往復部材の凸状の先端に膨張空間に作動ガスを流出するガス流出入口を備え、上記往復部材が往復運動の下死点の位置に達した際に、上記往復部材のガス流出入口から上記冷却ステージの内部に形成された流路の一端へ作動ガスが流出するようにしたことを特徴とする請求項8記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項12】 往復部材の凸状箇所の外壁と冷却ステージの凹状箇所の内壁との間をシール部材にてシールし、上記往復部材が往復運動の下死点の位置に達した際に、作動ガスが、上記冷却ステージの内部に形成された流路を通らずに膨張空間に達するのを阻止することを特徴とする請求項11記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項13】 流路内に蓄冷材を配設したことを特徴とする請求項8ないし請求項12のいずれかに記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項14】 筒と、上記筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、上記筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、上記筒の上記冷却ステージにて覆われた側に上記往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、上記膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、上記作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、上記冷却ステージの内部に、上記膨張空間とキャピラリを介して連通するバッファータンクを備えたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、蓄冷型冷凍機に関し、特に冷却ステージの熱交換の効率を高め、冷凍能力を向上するものである。

【0002】

【従来の技術】図27は特開平3-1053号公報に示された従来の蓄冷型冷凍機の2段GM冷凍機を示す図である。図において、1、2は直径が順次縮小したパイプを同軸上に連結一体化した筒としての1段目シリンダおよび2段目シリンダ、3は1段目シリンダ1内にて上死点および下死点間を往復運動可能に配設された1段目ディスプレイサ、4は2段目シリンダ2内にて上死点および下死点間を往復運動可能に配設された2段目ディスプレイサで、1段目ディスプレイサ3と2段目ディスプレイサ4とは、それぞれ自在継手（図示せず）で連結一体化にて構成されている。4aはこの2段目ディスプレイサ4の凹状底面である。なお、図27は往復運動の上死点の際を示すものである。

【0003】5は1段目シリンダ1の内壁と1段目ディスプレイサ3の外壁との間をシールするための1段目シール、6は2段目シリンダ2の内壁と2段目ディスプレイサ4の外壁との間をシールするための2段目シール、7は1段目ディスプレイサ3内に充填された1段目蓄冷器、8は2段目ディスプレイサ4内に充填された2段目蓄冷器、9は1段目シリンダ1の低温端側の外周面に配設された1段目冷却ステージ、10は2段目シリンダ2の低温端側の外周面を覆うように配設された2段目冷却ステージ、10aは2段目ディスプレイサの凹状底面4aと嵌合するように設けられた2段目冷却ステージの凸状底面である。

【0004】11は1段目シリンダ1の低温端側に、1段目ディスプレイサ3の往復運動により容積が変化する1段目膨張空間、12は2段目シリンダ2の低温端側に、2段目ディスプレイサ4の往復運動により容積が変化する2段目膨張空間、13は作動ガスとしてのヘリウムガスを圧縮するコンプレッサ、14はこのコンプレッサ13から高圧のヘリウムガスを1段目シリンダ1内に供給するタイミングを制御するための吸気バルブである。

【0005】15は1段目シリンダ1内からコンプレッサ13に低圧のヘリウムガスを排出するタイミングを制御するための排気バルブ、16は両ディスプレイサ3、4を往復運動させるとともに、この往復運動に連動して吸気バルブ14および排気バルブ15の開閉を行う駆動モータ、17は1段目蓄冷器7へヘリウムガスを流出入させるため、1段目ディスプレイサ3の高温端側に設けられた1段目高温側流路である。

【0006】18は1段目蓄冷器7および1段目膨張空間

11へヘリウムガスを流出入させるため、1段目ディスプレイサ3の低温端側に設けられた1段目低温側流路、19は2段目蓄冷器8へヘリウムガスを流出入させるため、2段目ディスプレイサ4の高温端側に設けられた2段目高温側流路、20は2段目蓄冷器8および2段目膨張空間12へヘリウムガスを流出入させるため、2段目ディスプレイサ4の低温端側に設けられた2段目低温側流路である。

【0007】次に、上記のように構成された従来の蓄冷型冷凍機の動作について説明する。まず、両ディスプレイサ3、4が両シリンダ1、2内にて下死点にある。そして、吸気バルブ14が開、排気バルブ15が閉の状態にされ、コンプレッサ13から圧縮された高圧のヘリウムガスが、1段目高温側流路17から1段目蓄冷器7に流入される。そして、流入されたヘリウムガスは、1段目蓄冷器7の蓄冷材によって所定の温度まで冷却され、1段目低温側流路18から1段目膨張空間11へ流出される。

【0008】そして、1段目膨張空間11へ流入した高圧のヘリウムガスの一部は、2段目高温側流路19から2段目蓄冷器8に流入される。そして、流入されたヘリウムガスは、2段目蓄冷器8の蓄冷材によって、さらに低い所定の温度まで冷却され、2段目低温側流路20から2段目膨張空間12へ流出される。

【0009】この結果、両膨張空間11、12内は高圧状態となる。その後、両ディスプレイサ3、4は上死点側へと移動する。それに伴い、高圧のヘリウムガスは次々と各膨張空間11、12に供給される。

【0010】そして、両ディスプレイサ3、4が上死点に達すると（図27の状態）、吸気バルブ14をまず閉じ、少し遅れて排気バルブ15を開く。すると、この時ヘリウムガスは、高圧の状態から低圧の状態となり体積が膨張し、各膨張空間11、12にて寒冷を発生する。そしてこの際、各膨張空間11、12内のヘリウムガスはもとの状態より低温、低圧となり、各冷却ステージ9、10を冷却することとなる。そして、各冷却ステージ9、10は、これらの周囲から熱を奪い、周囲を冷却することとなる。

【0011】次に、両ディスプレイサ3、4を下死点に移動させる。そして、上記にて示した逆の順路を通り、ヘリウムガスは排気バルブ15から排気され、コンプレッサ13に戻る。この際、ヘリウムガスは両蓄冷器7、8をそれぞれ冷却することとなる。そして、両ディスプレイサ3、4が下死点に達し、両膨張空間11、12の体積が最小になると、再び排気バルブ15を閉、吸気バルブ19を開く。以上の動作を1サイクルとし、上記動作を繰り返すこととなる。

【0012】上記動作を繰り返すことにより両冷却ステージ9、10は周囲から熱を奪う。また、両ディスプレイサ3、4の往復運動の動作の間、2段目ディスプレイサ

サ4の凹状底面4aは2段目冷却ステージ10の凸状底面10aをガイドにして摺動している。

【0013】次に、他の従来例として、図28に示すものがある。これは、図27に示した従来例のうち2段目のディスプレイサ側のみを示す図である。図において、上記従来と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。4bは2段目ディスプレイサ4の2段目膨張空間12と接する底面で、平坦に形成されている。21は2段目シリンダ4の低温端側の外周面を覆うように配設された2段目冷却ステージで、2段目冷却ステージ21の2段目膨張空間12と接する底面21aは平坦に形成されている。

【0014】上記のように構成された他の従来の蓄冷型冷凍機の動作は、2段目ディスプレイサの底面4bおよび2段目冷却ステージの底面21aが平坦であるので、上記した従来例のように、2段目ディスプレイサ4の凹状底面4aが2段目冷却ステージ10の凸状底面10aをガイドにして摺動するというような動作がなく、往復運動が行われる。また、両底面4b、21aが平坦であるため、上記従来例より、2段目膨張空間12内のヘリウムガスと、2段目冷却ステージ21との伝熱面積が小さくなる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】従来の蓄冷型冷凍機は以上のようにそれぞれ構成されている。従来例のように、2段目ディスプレイサ4の凹状底面4aと2段目冷却ステージ10の凸状底面10aとを形成することにより、2段目膨張空間12内のヘリウムガスと、2段目冷却ステージ10との伝熱面積が大きくなり、冷凍能力が向上する。しかしながら、2段目ディスプレイサ4の往復運動の際に、2段目ディスプレイサ4の凹状底面4aが2段目冷却ステージ10の凸状底面10aをガイドとして摺動するので、この箇所摩擦熱が生じ、冷凍能力を低減させてしまうという問題点がある。

【0016】又、他の従来例のように、2段目ディスプレイサの底面4bと2段目冷却ステージの底面21aとが平坦であれば、2段目ディスプレイサ4の往復運動の際に摩擦熱は生じないものの、2段目膨張空間12内のヘリウムガスと、2段目冷却ステージ21との伝熱面積が小さくなるので、冷凍能力が低減するという問題点がある。

【0017】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、冷却ステージの熱交換の効率を高め、冷凍能力が向上する蓄冷型冷凍機を提供するものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】この発明に係る請求項1の蓄冷型冷凍機は、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復

部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの膨張空間と接する第1の面と往復部材の膨張空間と接する第2の面との軸方向に対向する位置の距離が互いに一定の範囲内で等しいとともに、第1の面および第2の面が往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しているものである。

【0019】又、この発明に係る請求項2の蓄冷型冷凍機は、請求項1において、第1の面の傾きを有する箇所が、階段形状にて形成されているものである。

【0020】又、この発明に係る請求項3の蓄冷型冷凍機は、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、膨張空間内に伝熱面積拡大部材を備え、伝熱面積拡大部材が冷却ステージと膨張空間内の作動ガスとの接触面積を増大させたものである。

【0021】又、この発明に係る請求項4の蓄冷型冷凍機は、請求項3の蓄冷型冷凍機の伝熱面積拡大部材が、冷却ステージの膨張空間と接する壁面に粒状の金属を配設して形成されたものである。

【0022】又、この発明に係る請求項5の蓄冷型冷凍機は、請求項3の蓄冷型冷凍機の伝熱面積拡大部材が、網目状に形成され膨張空間の底面に載置されたものである。

【0023】又、この発明に係る請求項6の蓄冷型冷凍機は、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの外周面に複数の溝を備えたものである。

【0024】又、この発明に係る請求項7の蓄冷型冷凍機は、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの外周面に配置された伝熱面積拡大部材を備えたものである。

【0025】又、この発明に係る請求項8の蓄冷型冷凍機は、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復

運動により容積の変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの内部に流路が形成され、流路の一端および他端が冷却ステージにて開口され、流路内に作動ガスが流出するものである。

【0026】又、この発明に係る請求項9の蓄冷型冷凍機は、請求項8において往復部材に、膨張空間に作動ガスを流出するガス流出入口を備え、往復部材が往復運動の上死点の位置に達した際に、冷却ステージの内部に形成された流路の一端と往復部材のガス流出入口とが対向する位置に形成されたものである。

【0027】又、この発明に係る請求項10の蓄冷型冷凍機は、請求項9において、筒の内壁と往復部材の外壁との間をシール部材にてシールし、往復部材が往復運動の上死点の位置に達した際に、作動ガスが、冷却ステージの内部に形成された流路を通らずに膨張空間に達するのを阻止するものである。

【0028】又、この発明に係る請求項11の蓄冷型冷凍機は、請求項8において、往復部材の底面が凸状に、冷却ステージの往復部材と接する底面が往復部材の凸状に嵌合する凹状にそれぞれ形成され、往復部材の凸状の先端に膨張空間に作動ガスを流出するガス流出入口を備え、往復部材が往復運動の下死点の位置に達した際に、往復部材のガス流出入口から冷却ステージの内部に形成された流路の一端へ作動ガスが流出するようにしたものである。

【0029】又、この発明に係る請求項12の蓄冷型冷凍機は、請求項11において、往復部材の凸状箇所の外壁と冷却ステージの凹状箇所の内壁との間をシール部材にてシールし、往復部材が往復運動の下死点の位置に達した際に、作動ガスが、冷却ステージの内部に形成された流路を通らずに膨張空間に達するのを阻止するものである。

【0030】又、この発明に係る請求項13の蓄冷型冷凍機は、請求項8ないし請求項12のいずれかにおいて、流路内に蓄冷材を配設したものである。

【0031】又、この発明に係る請求項14の蓄冷型冷凍機は、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの内部に、膨張空間とキャピラリを介して連通するバッファータンクを備えたものである。

【0032】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態を図について説明する。図1はこの発明の実施の形態1における蓄

冷型冷凍機の2段GM冷凍機を示す図である。図において、22、23は直径が順次縮小したパイプを同軸上に連結一体化した筒としての1段目シリンダおよび2段目シリンダで、例えばステンレスにて形成されている。24は1段目シリンダ22内にて上死点および下死点間を往復運動可能に配設された往復部材としての1段目ディスプレイサ、25は2段目シリンダ23内にて上死点および下死点間を往復運動可能に配設された往復部材としての2段目ディスプレイサで、1段目ディスプレイサ24と2段目ディスプレイサ25とは、それぞれ自在継手（図示せず）で連結一体化にて構成されている。各ディスプレイサ24、25は、例えばステンレスにて形成されている。なお、図1は往復運動の上死点の際を示すものである。

【0033】26は1段目シリンダ22の内壁と1段目ディスプレイサ24の外壁との間をシールするための1段目シール、27は2段目シリンダ23の内壁と2段目ディスプレイサ25の外壁との間をシールするための2段目シール、28は1段目ディスプレイサ24内に充填された1段目蓄冷器、29は2段目ディスプレイサ25内に充填された2段目蓄冷器、30は1段目シリンダ22の低温端側の外周面に配設された1段目冷却ステージ、31は2段目シリンダ23の一端としての低温端側の外周面を覆うように配設された2段目冷却ステージで、各冷却ステージ30、31は例えば銅にて形成されている。

【0034】32は1段目シリンダ22の低温端側に、1段目ディスプレイサ24の往復運動により容積が変化する1段目膨張空間、33は2段目シリンダ25の低温端側に、2段目ディスプレイサ25の往復運動により容積が変化する2段目膨張空間、34は作動ガスとしてのヘリウムガスを圧縮するコンプレッサ、35はこのコンプレッサ34から高圧のヘリウムガスを1段目シリンダ1内に供給するタイミングを制御するための吸気バルブである。

【0035】36は1段目シリンダ22内からコンプレッサ34に低圧のヘリウムガスを排出するタイミングを制御するための排気バルブ、37は両ディスプレイサ24、25を往復運動させるとともに、この往復運動に連動して吸気バルブ35および排気バルブ36の開閉を行う駆動モータ、38は1段目蓄冷器28へヘリウムガスを流し出すため、1段目ディスプレイサ24の高温端側に設けられた1段目高温側流路である。

【0036】39は1段目蓄冷器28および1段目膨張空間32へヘリウムガスを流し出すため、1段目ディスプレイサ24の低温端側に設けられた1段目低温側流路、40は2段目蓄冷器29へヘリウムガスを流し出すため、2段目ディスプレイサ25の高温端側に設けられた2段目高温側流路、41は2段目蓄冷器29および2段目膨張空間33へヘリウムガスを流し出させるた

め、2段目ディスプレイサ25の低温端側に設けられた2段目低温側流路である。

【0037】25aは2段目ディスプレイサ25の2段目膨張空間33と接する第2の面で、山形の円錐形状に形成されている。31aは2段目冷却ステージ31の2段目膨張空間33と接する第1の面で、山形の円錐形状に形成されている。そして、これら第2の面25aと第1の面31aとの軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第2の面25aおよび第1の面31aが往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しているものである。

【0038】次に、上記のように構成された実施の形態1における蓄冷型冷凍機の動作について説明する。まず、両ディスプレイサ24、25が両シリンダ22、23内にて下死点にある。そして、吸気バルブ35が開、排気バルブ36が閉の状態にされ、コンプレッサ34で圧縮された高圧のヘリウムガスが、1段目高温側流路38から1段目蓄冷器28に流入される。そして、流入されたヘリウムガスは、1段目蓄冷器28の蓄冷材によって所定の温度まで冷却され、1段目低温側流路39から1段目膨張空間32へ流出される。

【0039】そして、1段目膨張空間32へ流入した高圧のヘリウムガスの一部は、2段目高温側流路40から2段目蓄冷器29に流入される。そして、流入されたヘリウムガスは、2段目蓄冷器29の蓄冷材によって、さらに低い所定の温度まで冷却され、2段目低温側流路41から2段目膨張空間33へ流出される。

【0040】この結果、両膨張空間32、33内は例えば、 $20\text{Kg}/\text{cm}^2$ くらいの高圧状態となり、両ディスプレイサ24、25は上死点側へと移動する。それに伴い、高圧のヘリウムガスは上記動作と同様に、次々と各膨張空間32、33に供給される。

【0041】そして、両ディスプレイサ24、25が上死点に達すると(図1の状態)、吸気バルブ35をまず閉じ、少し遅れて排気バルブ36を開く。すると、この時ヘリウムガスは、高圧の状態から低圧の状態となり体積が膨張し、各膨張空間32、33にて寒冷を発生する。そしてこの際、各膨張空間32、33内のヘリウムガスはもとの状態より低温、低圧となり、各冷却ステージ30、31を冷却することとなる。そして、1段目冷却ステージ30では例えば50Kにて、又、2段目冷却ステージ31では例えば4.2Kにて、これらの周囲から熱を奪い、周囲を冷却することとなる。

【0042】次に、両ディスプレイサ24、25を下死点に移動させる。そして、上記にて示した逆の順路を通り、ヘリウムガスは排気バルブ36から排気され、コンプレッサ34に戻る。この際、ヘリウムガスは両蓄冷器28、29をそれぞれ冷却することとなる。そして、両ディスプレイサ24、25が下死点に達し、両膨張空間32、33の体積が最小になると、再び排気バルブ36

を閉、吸気バルブ35を開く。以上の動作を1サイクル(例えば1サイクルを1秒間にて行う)とし、上記動作を繰り返すこととなる。

【0043】上記動作を繰り返すことにより両冷却ステージ30、31は周囲から熱を奪う。また、両ディスプレイサ24、25の往復運動の動作の間、2段目ディスプレイサの第2の面25aと2段目冷却ステージの第1の面31aとは軸方向に対向する位置の距離が互いに一定であるので、2段目ディスプレイサ25の往復運動の際、第1の面31aおよび第2の面25a間で摩擦熱を生じることはない。又、2段目シリンダ23の内径が例えば3cmで、第1の面31aの円錐の高さが3cmとすれば、伝熱面積は、各面が平坦の場合と比較すると2.8倍になる。したがって、伝熱量は伝熱面積に比例するので、2.8倍の伝熱量が得られ、2段目膨張空間33のヘリウムガスと2段目冷却ステージ31との温度差は、各面が平坦の場合と比較すると $1/2.8$ になる。

【0044】上記のように構成された実施の形態1の蓄冷型冷凍機は、第1の面25aと第2の面31aとの軸方向に対向する位置の距離が互いに一定で等しく、又、各面25a、31aが往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有し、伝熱面積を拡大している。よって、2段目ディスプレイサ25の往復運動の際、各面25a、31a間で摩擦熱が生じることなく、且つ、2段目冷却ステージ31の温度が2段目膨張空間33内のヘリウムガスの温度により近づき2段目冷却ステージでの損失を少なくすることができ、冷凍能力を向上することができる。尚以下、様々な実施の形態を説明するが、各ディスプレイサ24、25の動作は同様で、又、ヘリウムガスの流れも同様であるので説明は適宜省略する。又、2段目シリンダ側のみを用いて説明するため、2段目の言葉は適宜省略する。

【0045】実施の形態2. 上記実施の形態1では第1および第2の面31a、25aを山形の円錐状にて形成する例を示したが、これに限られることなく、冷却ステージの膨張空間と接する第1の面と往復部材の膨張空間と接する第2の面との軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第1の面および第2の面が往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有していれば、何れの形状でも上記実施の形態1と同様の効果を奏することができる。以下、数例を図に基づいて説明する。

【0046】図2は実施の形態2の一例を示す蓄冷型冷凍機である。図において、上記実施の形態1と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。25bはディスプレイサ25の膨張空間33と接する第2の面で谷形の円錐状に形成されている。31bは、冷却ステージ31の膨張空間33と接する第1の面で谷形の円錐状に形成されている。

【0047】上記のように構成すれば、第1の面31b

と第2の面25bとの軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第1の面31bおよび第2の面25bが往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しているため、上記実施の形態1と同様の効果を奏する。

【0048】又、図3は実施の形態2の一例を示す蓄冷型冷凍機である。図において、上記実施の形態1と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。25cはディスプレイサ25の膨張空間33と接する第2の面で、山形の円錐状が2連にて形成されている。31cは冷却ステージ31の膨張空間33と接する第1の面で山形の円錐状が2連にて形成されている。

【0049】上記のように構成すれば、第1の面31cと第2の面25cとの軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第1の面31cおよび第2の面25cが往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しているため、上記実施の形態1と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、各面25c、31cが2連の山形の円錐状にて形成されているので、伝熱面積がさらに拡大され、さらに冷凍能力を向上することができる。

【0050】又、図4は実施の形態2の一例を示す蓄冷型冷凍機である。図において、上記実施の形態1と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。25cはディスプレイサ25の膨張空間33と接する第2の面で、半球形状にて形成されている。31dは冷却ステージ31の膨張空間33と接する第1の面で半球形状にて形成されている。

【0051】上記のように構成すれば、第1の面31dと第2の面25dとの軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第1の面31dおよび第2の面25dが往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しているため、上記実施の形態1と同様の効果を奏する。

【0052】実施の形態3。図5はこの発明の実施の形態3の蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。31eは冷却ステージ31の膨張空間33と接する第1の面で、第2の面25aと軸方向に対向する位置の距離が互いに一定の範囲内で等しいとともに、ディスプレイサ25の往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しており、さらに、傾きを有する箇所が、段階形状にて形成されている。

【0053】上記実施の形態3は、第1の面31eが第2の面25aとの距離が一定範囲内となるよう、階段形状にて形成されているため、階段形状にて形成されていない場合と比較して、無効容積は増加するものの、伝熱面積はさらに拡大される。冷凍能力の大きな蓄冷型冷凍機では、無効容積が増加して冷凍能力が減少する効果より、冷却ステージの熱伝達が向上して、冷凍能力が向上する効果の方が大きく、全体として冷凍能力の増大に有効である。

【0054】さらに、伝熱面積を拡大するために、図6

に示すように冷却ステージ31の膨張空間33と接する側面31fに複数の溝を備えるように形成し、伝熱面積を拡大してもよい。このように形成すれば、伝熱面積が増加するため、無効容積は増加するものの、上記で示したような冷凍能力の大きな蓄冷型冷凍機では冷凍能力を向上することができる。

【0055】実施の形態4。図7はこの発明の実施の形態4における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。25eはディスプレイサ25の膨張空間33と接する第2の面、31gは冷却ステージ31の膨張空間33と接する第1の面で、第1の面31gと第2の面25eとは軸方向に対向する位置の距離が互いに等しいとともに、第1の面31gおよび第2の面25eがディスプレイサ25の往復運動方向と直角の方向を有している。

【0056】42は膨張空間33の壁面（冷却ステージ31の膨張空間33と接する面）に配設された伝熱面積拡大部材で、例えば0.4mm径程度の粒状の金属で、例えば銅、銀等にて成る。取り付け方法として、粒状の金属の表面にろう材を塗布し、この状態で粒状の金属を冷却ステージ31の膨張空間33と接する面に付けて、温度を上昇させることにより、ろう材を融解させ付着させる。

【0057】上記のように構成された実施の形態4によれば、伝熱面積拡大部材42が粒状にて形成されているため、冷却ステージ31と膨張空間33内の作動ガスとの伝熱面積を拡大することができる。よって、熱伝達が大幅に改良され冷凍能力を向上することができる。

【0058】又、図8に示すように上記実施の形態1にて示したような第1の面25aおよび第2の面31aが形成されている場合、伝熱面積拡大部材43を、膨張空間33の壁面（冷却ステージ31の膨張空間33と接する面）に同様に配設してもよい。このようにすれば、伝熱面積はさらに拡大され、冷凍能力をさらに向上することができる。

【0059】実施の形態5。図9はこの発明の実施の形態5における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。44は膨張空間33内に備えられた伝熱面積拡大部材で、網目状の金属で、例えば銅にて形成され、膨張空間33の底面に載置されている。そして、この伝熱面積拡大部材44は例えば体積率が約23%の網目状金属を5mm程度積層したものである。

【0060】上記のように形成された実施の形態5の蓄冷型冷凍機によれば、伝熱面積拡大部材44を備えることにより、備えない場合と比較し、伝熱面積が約5倍となる。よって、伝熱面積の拡大により、冷凍能力を向上することができる。

【0061】又、伝熱面積拡大部材44を網目状にて形

成する例を示したが、これに限られることなく、図10に示すように例えば粒状の銅、鉛(径が0.4mm程度のもの)を膨張空間33内に配設して、伝熱面積拡大部材45を形成すればよい。この際、これら伝熱面積拡大部材45のとび出しを防止するため、開口を有する押え61を設けておく。よって容易に伝熱面積を拡大することができ、冷凍能力を容易に向上させることができる。又、図示はしないものの上面に開口を有する箱状のものに、上記伝熱面積拡大部材45を入れ設置してもよい。

【0062】実施の形態6. 図11はこの発明の実施の形態6における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。31hは、冷却ステージ31の外周面に設けられた複数の溝である。

【0063】上記のように構成された実施の形態6の蓄冷型冷凍機は、例えば冷却ステージ31がたとえば被冷凍部としてのヘリウムガス中に設置され、ヘリウムガスを凝縮するような場合、冷却ステージ31の外周面の面積が、溝31hにより拡大されているため、凝縮面の伝熱面積が拡大され、熱交換の効率が上がる。よって、冷凍能力を向上することができる。

【0064】又、図12に示すように上記実施の形態1にて示したような第1の面25aおよび第2の面31aが形成されている場合、冷却ステージ31の外周面に複数の溝31hを形成してもよい。このようにすれば、伝熱面積の膨張面及び凝縮面ともに拡大することができ、冷凍能力をさらに向上することができる。

【0065】実施の形態7. 図13はこの発明の実施の形態7における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。46は冷却ステージ31の外周面に配設された伝熱面積拡大部材で、たとえば0.4mm径程度の粒状の金属で、例えば銅、銀等にて成る、取り付け方法としては粒状の金属の表面にろう材を塗布し、この状態で粒状の金属を冷却ステージ31の外周面に付けて、温度を上昇させることにより、ろう材を融解させ付着させる。

【0066】上記のように構成された実施の形態7によれば、上記実施の形態6と同様に伝熱面積としての凝縮面を拡大することができるため、熱交換の効率が上がる。よって、冷凍能力を向上することができる。

【0067】又、図14に示すように上記実施の形態1にて示したような第1の面25aおよび第2の面31aが形成されている場合、冷却ステージ31の外周面に伝熱面積拡大部材46を配設してもよい。このようにすれば、伝熱面積の膨張面及び凝縮面ともに拡大することができ、冷凍能力をさらに向上することができる。

【0068】実施の形態8. 図15はこの発明の実施の形態8における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図

において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。47は冷却ステージ31の内部に形成された流路で、流路47の一端および他端が冷却ステージ31にて開口されており、流路47内にヘリウムガスを流し出すことができる。

【0069】上記のように構成された実施の形態8の蓄冷型冷凍機によれば、流路47内にてヘリウムガスの流れが生じ、このヘリウムガスが流路47内を通る際に、ヘリウムガスと冷却ステージ31との間で熱交換が行われる為、冷却ステージ31での熱交換を容易に効率よく行うことができるため、冷凍能力を向上することができる。

【0070】実施の形態9. 図16はこの発明の実施の形態9における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。48は冷却ステージ31の内部に形成された流路で、流路48の一端48aはディスプレイサ25が往復運動の上死点の位置に達した際に、ディスプレイサ25のガス流出入口口としての低温側流路41とが対向する位置に形成され、又、流路48の他端48bは第1の面31gに形成されている。

【0071】上記のように構成された実施の形態9の蓄冷型冷凍機によれば、ディスプレイサ25の往復運動の上死点の位置に達した際に、流路48の一端48aと低温側流路41とが、対向する位置に形成されているため、ヘリウムガスの流し出しが多量となる往復運動の上死点の際、流路48の一端48aから低温側流路41へのヘリウムガスの流れが、直接行われやすくなる。よって、ヘリウムガスの体積が膨張し、膨張空間33にて寒冷が発生した際、ヘリウムガスのほとんどは、冷却ステージ31の流路の他端48bから流路48を介して、流路48の一端48aから、低温側流路41へ流れることとなる。

【0072】以上のように構成された実施の形態9の蓄冷型冷凍機は、膨張空間33にて寒冷が発生したヘリウムガスが、流路48を通り、低温側流路41に流れるため、冷却ステージ31の熱交換が一層効率よく行われることになる。そして、冷却ステージ31の温度とヘリウムガスの温度とがほぼ等しくなるため、冷却ステージ31での熱の損失が生じなくなる。よって、冷却ステージ31にて被冷凍部の熱を確実に膨張空間33に伝熱することができ、冷凍能力を増大することができる。

【0073】さらに、ヘリウムガスの流れを確実にするために、図17に示すようにシリンダ23の内壁とディスプレイサ25の外壁との間をシール部材49にてシールし、ディスプレイサ25が往復運動の上死点の位置に達した際に、ヘリウムガスが、流路48の一端48aから膨張空間33を通り流路48の他端48bへ流出するのを阻止する。

【0074】このように構成すれば、シール部材48に

よりヘリウムガスは、流路48の一端48aから低温側流路41にのみ確実に流れるようになる。よって、冷凍能力をより一層増大することができる。

【0075】さらに、流路48に流れるヘリウムガスの熱交換による熱容量を増大させるために、図18に示すように流路48内に蓄冷材50を配設してもよい。この蓄冷材50としては、例えば、 Er_3Ni 、 $\text{Ho}_{1.5}\text{Er}_{1.5}\text{Ru}$ 、 $\text{ErNi}_{0.9}\text{Co}_{0.1}$ 、 GdRh 、 Cu 等になる玉状、メッシュ状などを用いることができる。尚、後述に際しても、流路内に蓄冷材を配設する例を示すが、これらは、ここで示した蓄冷材と同様に形成することが可能となるため、その説明は適宜省略する。

【0076】このように構成すれば、吸気バルブが閉じ、排気バルブが開いた過程においては、膨張空間33で膨張し低温になったヘリウムガスは、流路48の他端48bから冷却ステージ31内の蓄冷材50を通り、流路48の一端48aから低温側流路41にはいる。この際、冷却ステージ31内の蓄冷材50をヘリウムガスが冷却する。次に、排気バルブが閉じ、吸気バルブが開いた過程においては、低温側流路41から流入したヘリウムガスは、流路48の一端48aから冷却ステージ31内の蓄冷材50を通り、流路48の他端48bから膨張空間33に到達する。この際、上記過程において冷却された蓄冷材50とヘリウムガスとは熱交換するため膨張空間33に流入するヘリウムガスはより低温になっている。このことにより大きな冷凍能力を有することができるようになる。

【0077】また冷却ステージ内の流路48にヘリウムガスが通過することにより、膨張空間33内のヘリウムガスと冷却ステージ31との熱交換が充分行われ、冷却ステージ31での熱の損失が減少し、冷凍能力を向上することができる。さらに冷却ステージ31内に、熱容量の大きい蓄冷材50が存在するため、冷却ステージ31全体の熱容量が大きくなる。このため冷却ステージ31の温度振幅が小さくなる。したがって等温膨張に近づき、冷凍能力を向上することができる。

【0078】又、上記実施の形態1にて示したような第1の面25aおよび第2の面31aが形成されている場合にも、上記示したような流路を同様に形成してもよい。その内の数例を図19および図20に示す。まず、図19に示すように、51は冷却ステージ31の内部に形成された流路で、流路51の一端51aはディスプレーサ25が往復運動の上死点の位置に達した際に、ディスプレーサ25の低温側流路41とが対向する位置に形成され、又、流路51の他端51bは第1の面31aに形成されている。

【0079】このように構成すれば、上記実施の形態1の効果および上記実施の形態9の効果の両効果を得ることとなり、冷凍能力はより一層向上することができる。

【0080】又、さらに、図20に示すように流路51

内に蓄冷材52を備えるようにすれば、冷凍能力のより一層の向上および増大を図ることが可能となる。

【0081】実施の形態10. 図21はこの発明の実施の形態10における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、53はディスプレーサ25の凸状に形成された凸状底面、54はこの凸状底面53に形成されたヘリウムガスを流出するガス流出入口としての低温側流路、55は冷却ステージ31のディスプレーサ25と接する底面で、ディスプレーサ25の凸状底面53に嵌合する凹状底面、56は冷却ステージ31の内部に形成された流路、56aはディスプレーサ25が往復運動の下死点の位置に達した際に、ディスプレーサ25の低温側流路54からヘリウムガスが流出するように形成された流路56の一端、56bはディスプレーサ25が往復運動の下死点の位置に達した際に、ヘリウムガスが低温側流路54から直接流入しないように形成された流路56の他端である。

【0082】次に、上記のように構成された実施の形態10の蓄冷型冷凍機の動作について説明する。吸気バルブが開き、排気バルブが閉じた過程においては、低温側流路54から流出されたヘリウムガスは流路56の一端56aから流路56を介して流路56の他端56bから膨張空間33に入る。又、排気バルブが開き、吸気バルブが閉じた過程において、膨張空間33にて膨張したヘリウムガスは、冷却ステージ31の他端56bから流路56を通り、流路56の一端56aから、低温側流路54へ流出される。

【0083】上記のように構成された実施の形態10の蓄冷型冷凍機は、冷却ステージ31内の流路56にヘリウムガスが通過することにより、ヘリウムガスと冷却ステージ31の熱交換が上記実施の形態9の場合と同様に充分に行われ、冷却ステージ31での熱の損失が減少し、冷凍能力を向上することができる。

【0084】さらに、図22に示すように流路56内に蓄冷材57を備えるようにすれば、冷却ステージ31内の熱容量を大きくできるため、上記実施の形態9の場合と同様に冷却ステージ31の温度振幅が小さくなり、等温膨張に近づき、冷凍能力を向上することができる。尚、ここで示す流路56の一端56a及び他端56bは、図21で示した場合と同様に形成されている。しかしながら、冷却ステージ31内の流路56は、図21にて示したように、複数の流路56を形成するのではなく、図22に示すように1つの流路56のみにて形成されている。これは、流路56内に蓄冷材57を備えるため、流路56を複数に分離しなくとも、冷却ステージ31が耐久性に劣ることなく、流路56を容易に形成できるからである。

【0085】さらに、図23に示すように、ディスプレーサ25の凸状底面53と冷却ステージ31の凹状底面55との間をシール部材58にてシールし、ディスプレ

ーサ25が往復運動の下死点の位置に達した際に、ヘリウムガスが、流路56の一端56aから膨張空間33を通り流路56の他端56bへ流出するのを確実に阻止するようにすれば、ヘリウムガスの流出は確実に流路56を介して膨張空間33に行われるため、冷凍能力をより一層向上することができる。

【0086】さらに、図24に示すように上記したシール部材58を備え、且つ、蓄冷材57を備えるようにすれば、冷凍能力がより一層向上することは言うまでもない。

【0087】実施の形態11. 図25はこの発明の実施の形態11における蓄冷型冷凍機の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。59は冷却ステージ31の内部に膨張空間33と例えば内径1mm程度のキャピラリーチューブより成るキャピラリ60を介して連通するバッファータンクである。

【0088】次に、上記のように構成された実施の形態11の蓄冷型冷凍機の動作について説明する。まず、吸気バルブが開くと、低温側流路41から膨張空間33に、たとえば圧力 $20\text{Kg}/\text{cm}^2$ でヘリウムガスが流入する。このヘリウムガスはキャピラリ60を通る際、圧力抵抗によりバッファータンク59に流入するため、 $15.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ 程度の圧力になる。逆に、排気バルブが開き膨張空間33のヘリウムガスが $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ に膨張し、蓄冷器29へ戻るとき、バッファータンク59のヘリウムガスはキャピラリ60で圧力抵抗をうけ $14.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ の圧力になる。つまり、膨張空間33の圧力変化が $20\text{Kg}/\text{cm}^2$ から $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ に変化してもバッファータンク59内の圧力変化はわずか $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ の圧力変化しか生じない。このためバッファータンク59へのヘリウムガスの流量は極めてわずかで、また圧縮熱もほとんど生じない。

【0089】膨張空間33内のヘリウムガスと冷却ステージ31との伝熱面積は、このバッファータンク59の面積分が増加したこととなり、冷却ステージ31と膨張空間33との熱伝達が改良され、冷凍能力が向上する。また、バッファータンク59内にヘリウムガスが充填されているため、たとえば4.2Kなどの低温ではバッファータンク59の熱容量が非常に大きくなり、冷却ステージの温度振幅が小さくなる。したがって等温膨張に近づき、冷凍能力を向上することができる。また、バッファータンク59内にはキャピラリ60によりわずかながらもヘリウムガスの流入が生じるため、バッファータンク59内のヘリウムガスは対流を生じ、バッファータンク59内の中心部と外周部とのヘリウムガスの温度差は生じない。

【0090】又、図26に示すように上記実施の形態1にて示したような第1の面25aおよび第2の面31aが形成されている場合にも、上記示したようなバッファ

ータンク59をキャピラリ60を介して備えるようにすれば、上記実施の形態1の効果および上記実施の形態11の効果の両効果を得ることとなり、冷凍能力をより一層向上することができる。

【0091】以上の各実施の形態では、2段GM冷凍機を例にあげて説明したが単段GM冷凍機、および3段GM冷凍機にも適用できるのはもちろんのこと、他の蓄冷形冷凍機、たとえばパルスチューブ冷凍機、スターリング冷凍機、ビルマイヤー冷凍機にも適用できることはいうまでもない。

【0092】

【発明の効果】以上のようにこの発明の請求項1によれば、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの膨張空間と接する第1の面と往復部材の膨張空間と接する第2の面との軸方向に対向する位置の距離が互いに一定の範囲内で等しいとともに、第1の面および第2の面が往復運動方向と直角の方向に対して傾きを有しているもので、往復部材の往復運動の際に摩擦熱を生じることなく、冷却ステージと作動ガスとの伝熱面積を拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0093】又、この発明の請求項2によれば、請求項1において、第1の面の傾きを有する箇所が、階段形状にて形成されているもので、冷却ステージと作動ガスとの伝熱面積をより一層拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0094】又、この発明の請求項3によれば、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、膨張空間内に伝熱面積拡大部材を備え、伝熱面積拡大部材が冷却ステージと膨張空間内の作動ガスとの接触面積を増大させたもので、冷却ステージと作動ガスとの伝熱面積を容易に拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0095】又、この発明の請求項4によれば、請求項3の蓄冷型冷凍機の伝熱面積拡大部材が、冷却ステージの膨張空間と接する壁面に粒状の金属を配設して形成されたもので、冷却ステージと作動ガスとの伝熱面積を確実に拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0096】又、この発明の請求項5によれば、請求項3の蓄冷型冷凍機の伝熱面積拡大部材が、網目状に形成され膨張空間の底面に載置されたもので、冷却ステージと作動ガスとの伝熱面積を確実に拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0097】又、この発明の請求項6によれば、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの外周面に複数の溝を備えたもので、冷却ステージと冷却ステージの周囲との伝熱面積を拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0098】又、この発明の請求項7によれば、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの外周面に配置された伝熱面積拡大部材を備えたもので、冷却ステージと冷却ステージの周囲との伝熱面積を拡大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0099】又、この発明の請求項8によれば、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの内部に流路が形成され、流路の一端および他端が冷却ステージにて開口され、流路内に作動ガスが流出入するもので、冷却ステージと作動ガスとの熱交換を効率よく行うことができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0100】又、この発明の請求項9によれば、請求項8において往復部材に、膨張空間に作動ガスを流出するガス流出口を備え、往復部材が往復運動の上死点の位置に達した際に、冷却ステージの内部に形成された流路の一端と往復部材のガス流出口とが対向する位置に形成されたもので、冷却ステージと作動ガスとの熱交換をより一層効率よく行うことができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0101】又、この発明の請求項10によれば、請求

項9において、筒の内壁と往復部材の外壁との間をシール部材にてシールし、往復部材が往復運動の上死点の位置に達した際に、作動ガスが、冷却ステージの内部に形成された流路を通らずに膨張空間に達するのを阻止するもので、冷却ステージと作動ガスとの熱交換をより一層効率よく行うことができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0102】又、この発明の請求項11によれば、請求項8において、往復部材の底面が凸状に、冷却ステージの往復部材と接する底面が往復部材の凸状に嵌合する凹状にそれぞれ形成され、往復部材の凸状の先端に膨張空間に作動ガスを流出するガス流出口を備え、往復部材が往復運動の下死点の位置に達した際に、往復部材のガス流出口から冷却ステージの内部に形成された流路の一端へ作動ガスが流出するようにしたもので、冷却ステージと作動ガスとの熱交換をより一層効率よく行うことができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0103】又、この発明の請求項12によれば、請求項11において、往復部材の凸状箇所の外壁と冷却ステージの凹状箇所の内壁との間をシール部材にてシールし、往復部材が往復運動の下死点の位置に達した際に、作動ガスが、冷却ステージの内部に形成された流路を通らずに膨張空間に達するのを阻止するもので、冷却ステージと作動ガスとの熱交換をより一層効率よく行うことができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0104】又、この発明の請求項13によれば、請求項8ないし請求項12のいずれかにおいて、流路内に蓄冷材を配設したもので、冷却ステージの熱容量が増大することができ、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【0105】又、この発明の請求項14によれば、筒と、筒の一端を覆うように設けられた冷却ステージと、筒内にて往復運動可能に設けられた往復部材と、筒の冷却ステージにて覆われた側に往復部材の往復運動により容積が変化する膨張空間とを備えて成り、膨張空間に圧縮された作動ガスが導入され、作動ガスを膨張させて寒冷を発生させる蓄冷型冷凍機において、冷却ステージの内部に、膨張空間とキャピラリを介して連通するバッファータンクを備えたもので、冷却ステージと作動ガスとの伝熱面積が拡大でき、且つ、冷却ステージの熱容量が増大することができるため、冷凍能力の向上を図ることができる蓄冷型冷凍機を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態2による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態2による蓄冷型冷凍機

を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態2による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図5】 この発明の実施の形態3による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図6】 この発明の実施の形態3による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図7】 この発明の実施の形態4による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図8】 この発明の実施の形態4による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図9】 この発明の実施の形態5による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図10】 この発明の実施の形態5による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図11】 この発明の実施の形態6による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図12】 この発明の実施の形態6による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図13】 この発明の実施の形態7による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図14】 この発明の実施の形態7による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図15】 この発明の実施の形態8による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図16】 この発明の実施の形態9による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図17】 この発明の実施の形態9による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図18】 この発明の実施の形態9による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図19】 この発明の実施の形態9による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図20】 この発明の実施の形態9による蓄冷型冷凍

機を示す図である。

【図21】 この発明の実施の形態10による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図22】 この発明の実施の形態10による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図23】 この発明の実施の形態10による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図24】 この発明の実施の形態10による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図25】 この発明の実施の形態11による蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図26】 この発明の実施の形態11による蓄冷型冷凍機を示す図である。

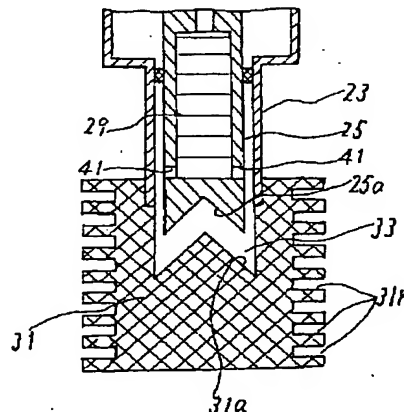
【図27】 従来の蓄冷型冷凍機を示す図である。

【図28】 他の従来の蓄冷型冷凍機を示す図である。

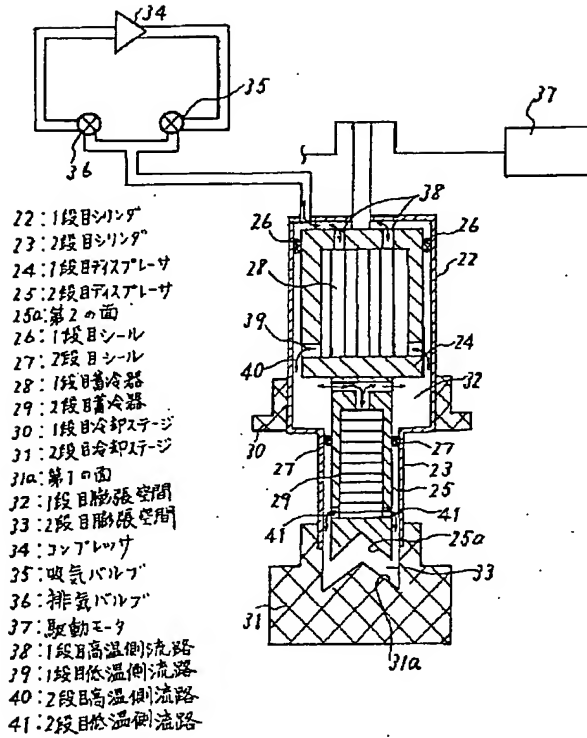
【符号の説明】

22 1段目シリンダ、23 2段目シリンダ、24 1段目ディスプレイサ、25 2段目ディスプレイサ、25a、25b、25c、25e 第2の面、26 1段目シール、27 2段目シール、28 1段目蓄冷器、29 2段目蓄冷器、30 1段目冷却ステージ、31 2段目冷却ステージ、31a、31b、31c、31d、31e、31g 第1の面、31f 側面、31h 溝、32 1段目膨張空間、33 2段目膨張空間、34 コンプレッサ、35 吸気バルブ、36 排気バルブ、37 駆動モータ、38 1段目高温側流路、39 1段目低温側流路、40 2段目高温側流路、41 2段目低温側流路、42、43、44、45、46 伝熱面積拡大部材、47、48、51、56 流路、48a、51a、56a 一端、48b、51b、56b 他端、49、58 シール部材、50、52、57 蓄冷材、53 凸状底面、54 低温側流路、55 凹状底面、59 バッファータンク、60 キャビラリ。

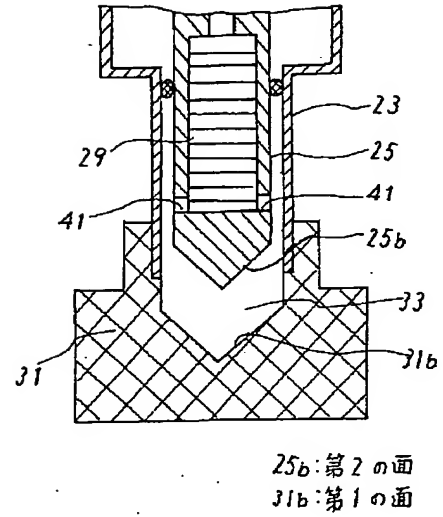
【図12】



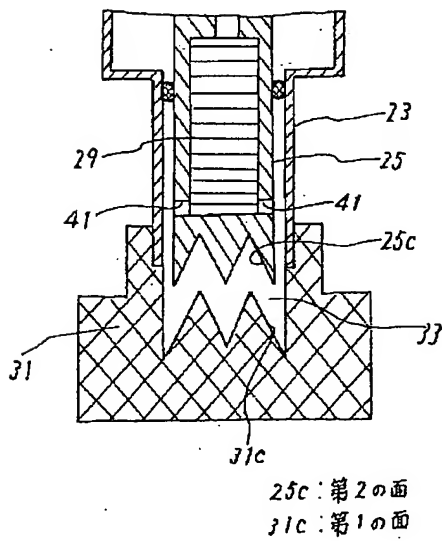
【図1】



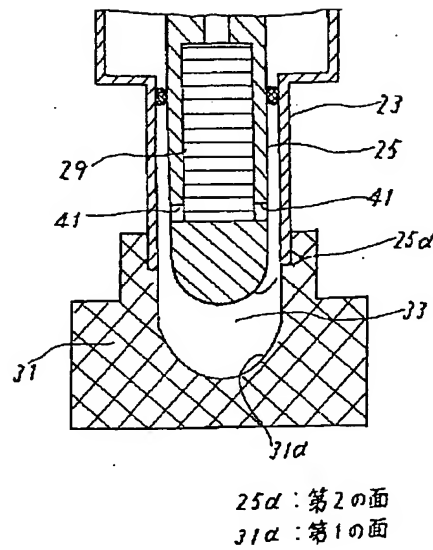
【図2】



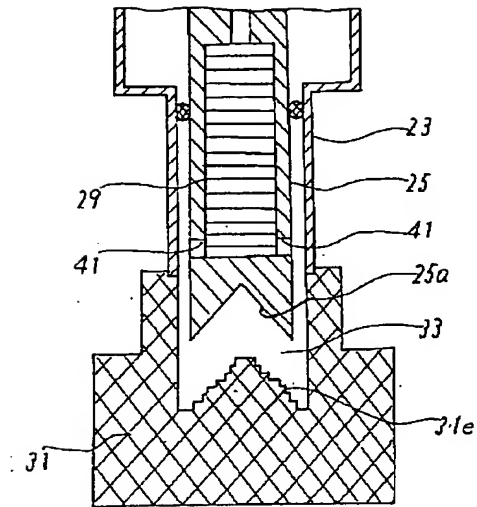
【図3】



【図4】

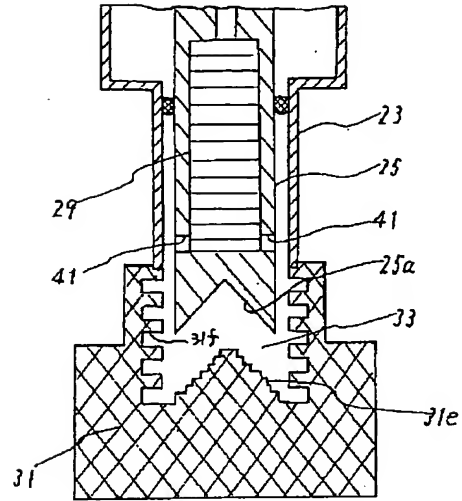


【図5】



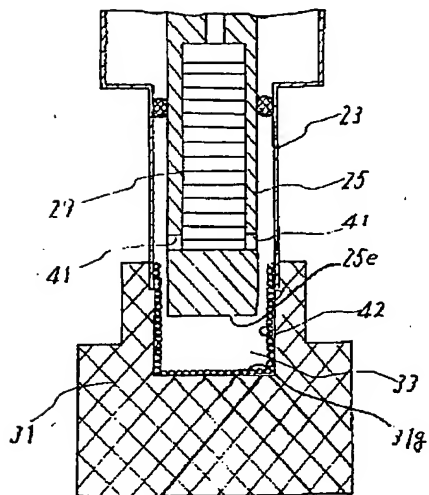
31e: 第1の面

【図6】



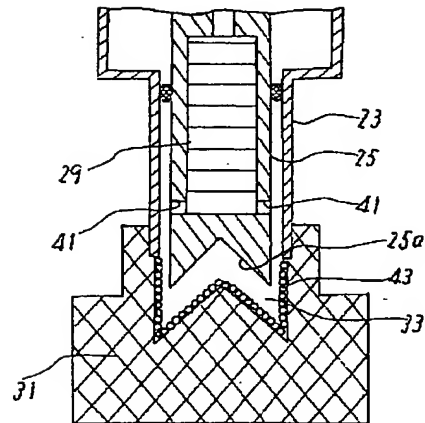
31f: 側面

【図7】



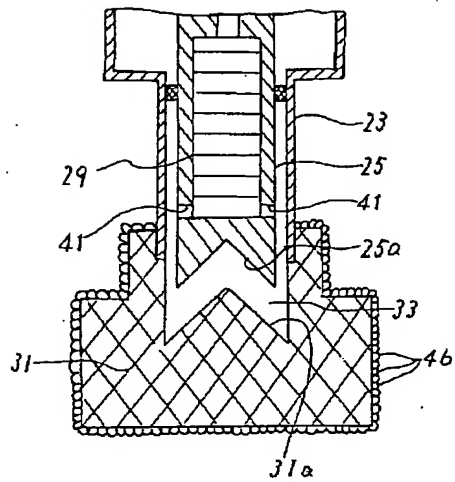
42: 伝熱面積拡大部材
 25e: 第2の面
 31g: 第1の面

【図8】

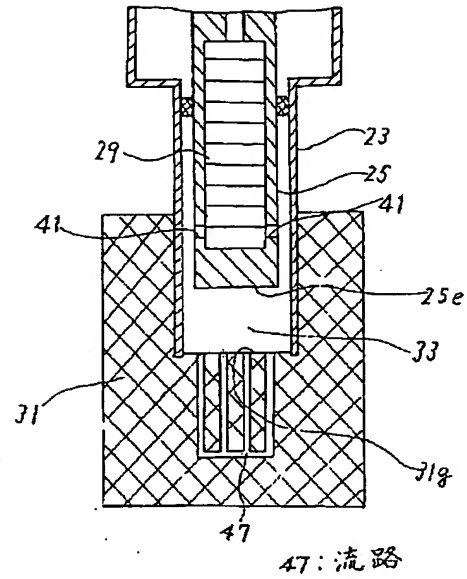


43: 伝熱面積拡大部材

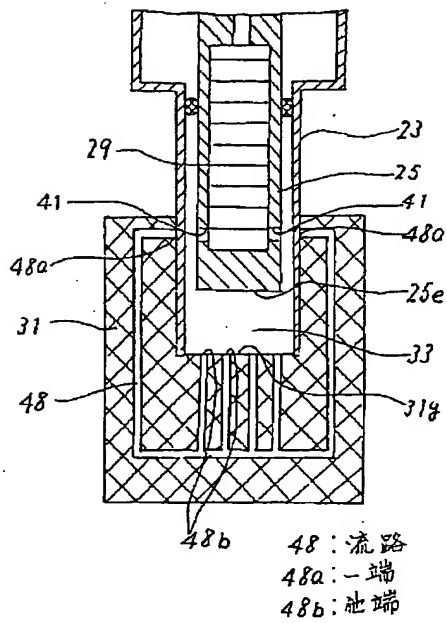
【図14】



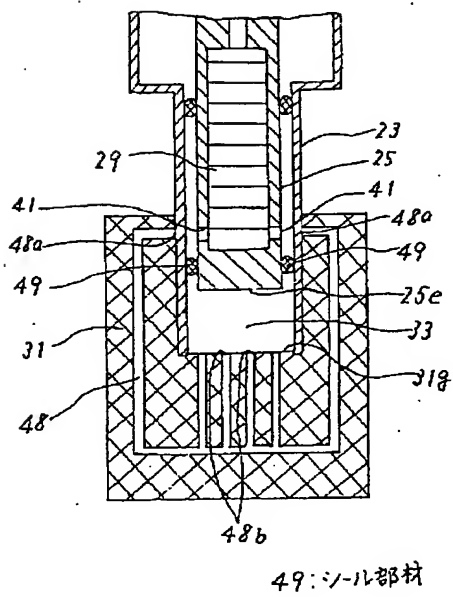
【図15】



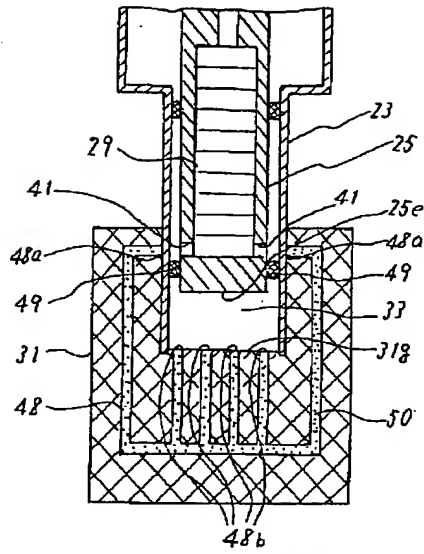
【図16】



【図17】

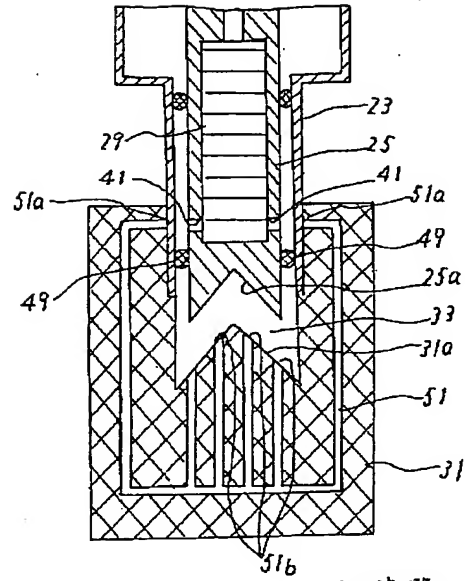


【図18】



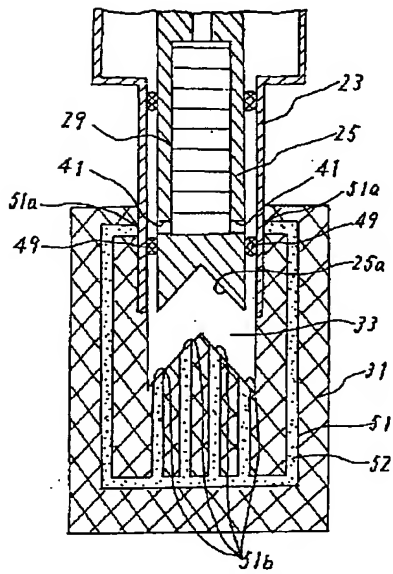
50:蓄冷材

【図19】



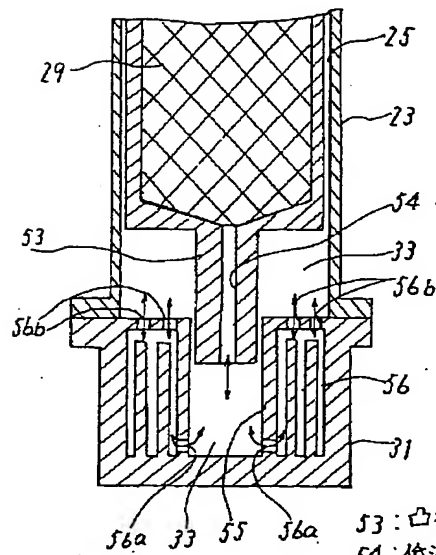
51:流路
51a:一端
51b:他端

【図20】



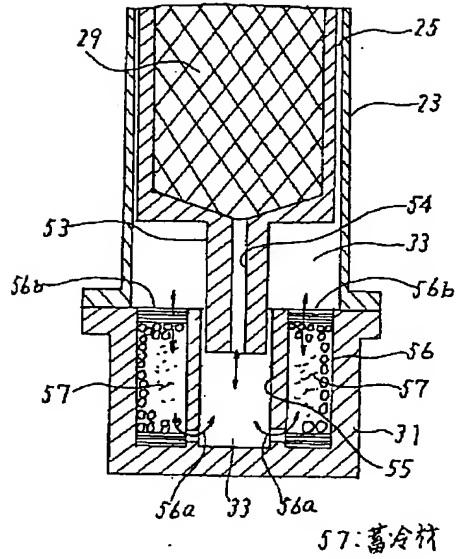
52:蓄冷材

【図21】

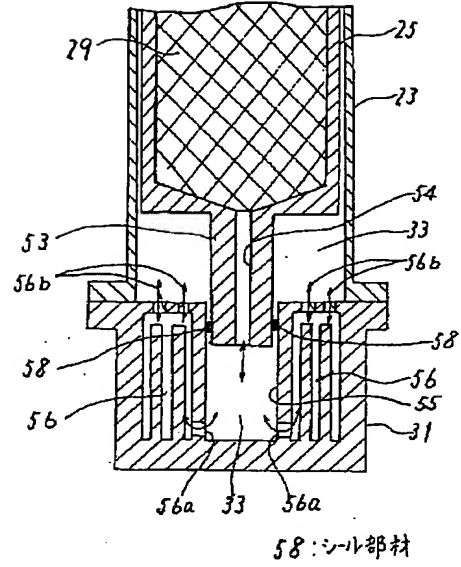


53:凸状底面
54:依温側流路
55:凹状底面
56:流路
56a:一端
56b:他端

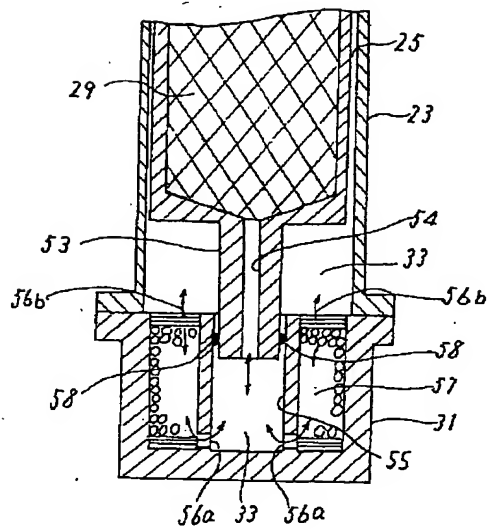
【図22】



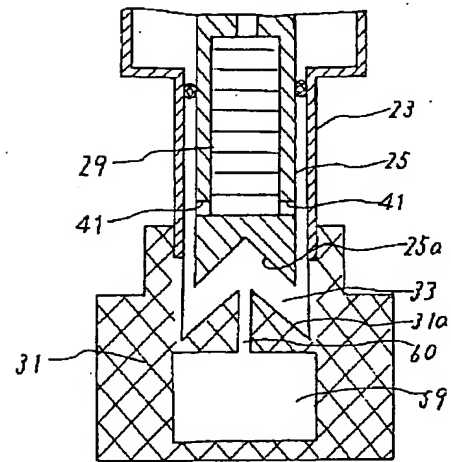
【図23】



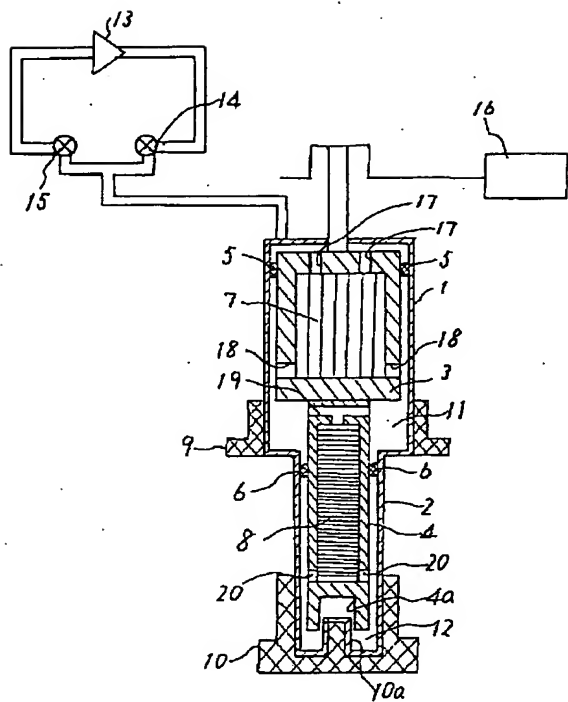
【図24】



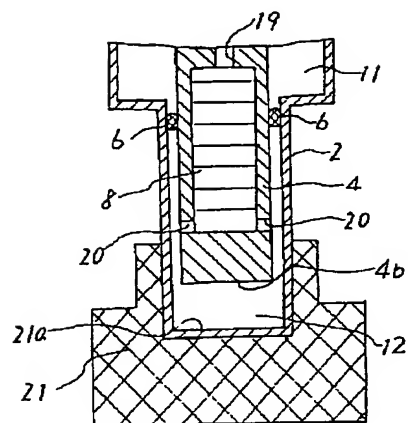
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 長尾 政志
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内